Münster 1936 No 60 Med DiSS

Aus dem Hygienischen Institut der Medizinischen Akademie
zu Düsseldorf. Direktor: Prof. Dr. Manteufel.

Beiträge zum Nachweis der chemischen und bakteriologischen Verschmutzung von Schwimmbadewasser.

*

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doctor Medizinae
durch die Medizinische Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster
in Gemeinschaft mit der
Medizinischen Akademie in Düsseldorf
vorgelegt am 11. September 1934
von

Wilhelm Dückers
aus Aachen.

Aachener Verlags- und Druckerei-Gesellschaft, Aachen.

Aus dem Hygienischen Institut der Medizinischen Akademie
zu Düsseldorf. Direktor: Prof. Dr. Manteufel.

Beiträge zum Nachweis der chemischen und bakteriologischen Verschmutzung von Schwimmbadewasser.

*

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Würde eines Doctor Medizinae
durch die Medizinische Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster
in Gemeinschaft mit der
Medizinischen Akademie in Düsseldorf

vorgelegt am 11. September 1934
von

Wilhelm Dückers
aus Aachen.

Aachener Verlags- und Druckerei-Gesellschaft, Aachen.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Akademie in Düsseldorf und der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster.

gez.: Manteufel,
Rektor der Medizinischen Akademie Düsseldorf.

gez.: Klinge,
Dekan der Medizinischen Fakultät Münster.

gez.: Manteufel,
1. Berichterstatter.

gez.: Jötten,
2. Berichterstatter.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Referent: Professor Dr. Manteufel.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547204_0089

Beiträge zum Nachweis der chemischen und bakteriologischen Verschmutzung von Schwimmbadewasser.

In der Düsseldorfer Schwimmhalle an der Münsterstraße wurden Untersuchungen über Art und Grad der chemischen und bakteriologischen Verschmutzung des Badewassers angestellt, über die im folgenden kurz berichtet sein soll. Zunächst wurde die ohne Chlorung, also die bei alleiniger Umwälzung und Filterung eintretende Verschmutzung des Badewassers untersucht. In weiteren Untersuchungen wurden die Veränderungen des Wassers, die das Wasser durch die Chlorung erfährt, studiert und die Wirkung der Chlorung, wie der Chlor-Kupferung festgestellt. Die Beobachtungen während der drei ersten Versuchsreihen erstreckten sich auf die Feststellung der bakteriologischen und chemischen Veränderungen, die das Badewasser während der Dauer von je sieben aufeinanderfolgenden Tagen erfährt, bei den vier weiteren Reihen außerdem auf die Feststellung des für eine genügende Entkeimung notwendigen Chlorüberschusses, der dazu erforderlichen Chlorzufuhr, sowie der Veränderungen, denen das Badewasser während der einzelnen Untersuchungsreihen durch die Chlorung unterworfen wird. In der Zeit, in der die drei ersten Untersuchungsreihen ausgeführt wurden, wurde das Wasser nur einer einfachen Umwälzung und Sand-Filterung unterworfen, und zwar wurde der Gesamtinhalt des 540 cbm fassenden Beckens im Laufe von 24 Stunden einmal umgewälzt. Jede Untersuchungsreihe dauerte von Sonntagmorgen bis Samstagabend; Samstagnacht wurde das Wasser abgelassen, und nach gründlicher Reinigung des Beckens dieses wieder frisch gefüllt. Außerdem wurden jeden Tag rund 20 cbm Wasser in das Schwimmbecken nachgepumpt, um das durch Ueberplanschen verlorengegangene Wasser zu ersetzen.

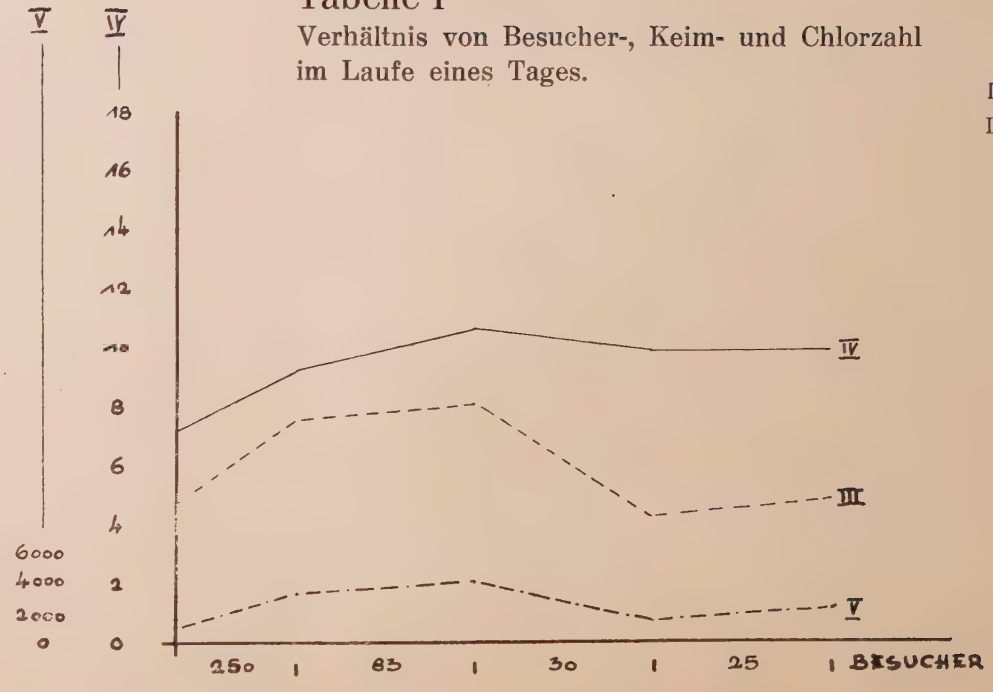
Die bakteriologische Untersuchung erstreckte sich auf die Feststellung der Keimzahl[1]) und des Colititers[2]), die chemische auf den Nachweis der oxydablen Substanzen nach der Methode von Kubel-Tiemann (Permanganatverbrauch)[3]). Da jedoch Eiweiß und seine Zerfallsprodukte, wie Harnstoff usw., durch Kaliumpermanganat nicht vollkommen oxydiert werden, wurde noch die Bestimmung der Chlorzahl nach der Methode von Elmanowitsch und Zaleski, Modifikation von Froboese[4]) hinzugezogen, da durch diese Methode das Vorhandensein von Produkten tierischer Herkunft in ganz besonderem Maße angezeigt werden soll (Keiser 13). Aber auch bei gleichzeitiger Anwendung beider Methoden kann kein völlig zutreffender Rückschluß auf den tatsächlichen Verschmutzungsgrad eines Wassers gezogen werden. Man erhält jedoch nach Ansicht verschiedener Autoren — Froboese (7), Wette (23), Keiser (13) — wertvolle Anhaltspunkte für Art und Grad der hygienisch wichtigen Verunreinigung eines Wassers, zumal der Nachweis harnspezifischer Stoffe wie Harnstoff, Harnsäure, Kreatinin, Indikan wegen der zu großen Verdünnung nicht in Betracht kommt (Mahla 14). Die Untersuchungen mußten deshalb auf die Bestimmung der stickstoffhaltigen Bestandteile, Nitrat[5]), Nitrit[6]), Ammoniak[7]), beschränkt werden. Eine quantitative Bestimmung von Stickstoff mußte fallen gelassen werden, da die Schwankungen innerhalb der Fehlergrenzen der Methode liegen (Mahla 14). Außerdem wurde noch die Untersuchung des Chloridgehaltes nach der Methode von Mohr ausgeführt[8]). Für die einzelnen Untersuchungstage ist auch die Tagesbesuchsziffer angegeben; diese Angabe ist aber als Indikator für den Grad der Verschmutzung eines Badewassers kaum zu gebrauchen, da die Untersuchungswerte selbst an ein und demselben Tage, je nach dem Zeitpunkt der Entnahme, Schwankungen aufweisen, die wohl abhängig sind von der Zahl der kurz vor oder während der Entnahme der Probe Badenden

[1]) u. [2]) Methode siehe Seite 20
[3]), [4]), [5]), [6]), [7]) u. [8]) Methode siehe Seite 19

(Tab. I). Deshalb wurden die Proben täglich zur gleichen Stunde, 16.30 Uhr, entnommen, da um diese Zeit erfahrungsgemäß der Höhepunkt der Besucherzahl zu verzeichnen war. Bei der bakteriologischen Untersuchung während der drei ersten Wochen (Tab. II) wurde übereinstimmend zu Beginn jeder Woche ein starker Anstieg der Keimzahl (1700—5800) festgestellt, der in den folgenden Tagen wieder zurückging (5800—2100) und gegen Ende der Woche wieder etwas zunahm. Die hohe Keimzahl fand dadurch ihre Erklärung, daß bereits am Sonntagmorgen, vor Benutzung des Wassers durch Badegäste, eine Keimzahl von 700 und ein Colititer von 10 ccm gefunden wurde, Werte, die mit den entsprechenden Zahlen des Brunnens übereinstimmen, aus dem die Badeanstalt ihren ganzen Wasserbedarf deckt. Als Zeichen fäkaler Verschmutzung des Wassers stieg jede Woche der Colititer von 10 ccm auf 1 ccm, Samstags sogar bis 0,1 ccm. Der Permanganatverbrauch nahm in der gleichen Zeit auch zu, jedoch nicht in aufsteigender Linie, sondern in leichten Schwankungen, die sich fast immer nach der Besucherzahl richteten. Der höchste ermittelte Permanganatverbrauch betrug 10 mg (Brunnendurchschnitt 3 mg Kaliumpermanganat) bei einer Besucherzahl von 556 Personen. Die Werte der Chlorzahl lagen bedeutend höher als die des Permanganatverbrauches — im Durchschnitt etwa 5 mg. Im allgemeinen zeigt die Kurve den gleichen Verlauf wie die Permanganatzahl, wenn auch der Anstieg zum Ende der Woche hin deutlicher und einzelne Schwankungen stärker ausgeprägt sind. Aus dem Verlauf der beiden Kurven kann man also schließen, daß die Verschmutzung des Schwimmbeckenwassers in der Hauptsache durch Produkte tierischer Herkunft — Harn, Kotpartikelchen, Schweiß, Epidermisbestandteile — hervorgerufen wird. Es bleibt die Frage offen, wodurch der an den einzelnen Tagen mehr oder weniger große Unterschied der Werte beider Untersuchungsmethoden bedingt ist, ob durch eine stärkere Verschmutzung

Tabelle I

Verhältnis von Besucher-, Keim- und Chlorzahl im Laufe eines Tages.



III ------ Kubel
IV ———— Froboese
V —·—·— Keimzahl

14. September

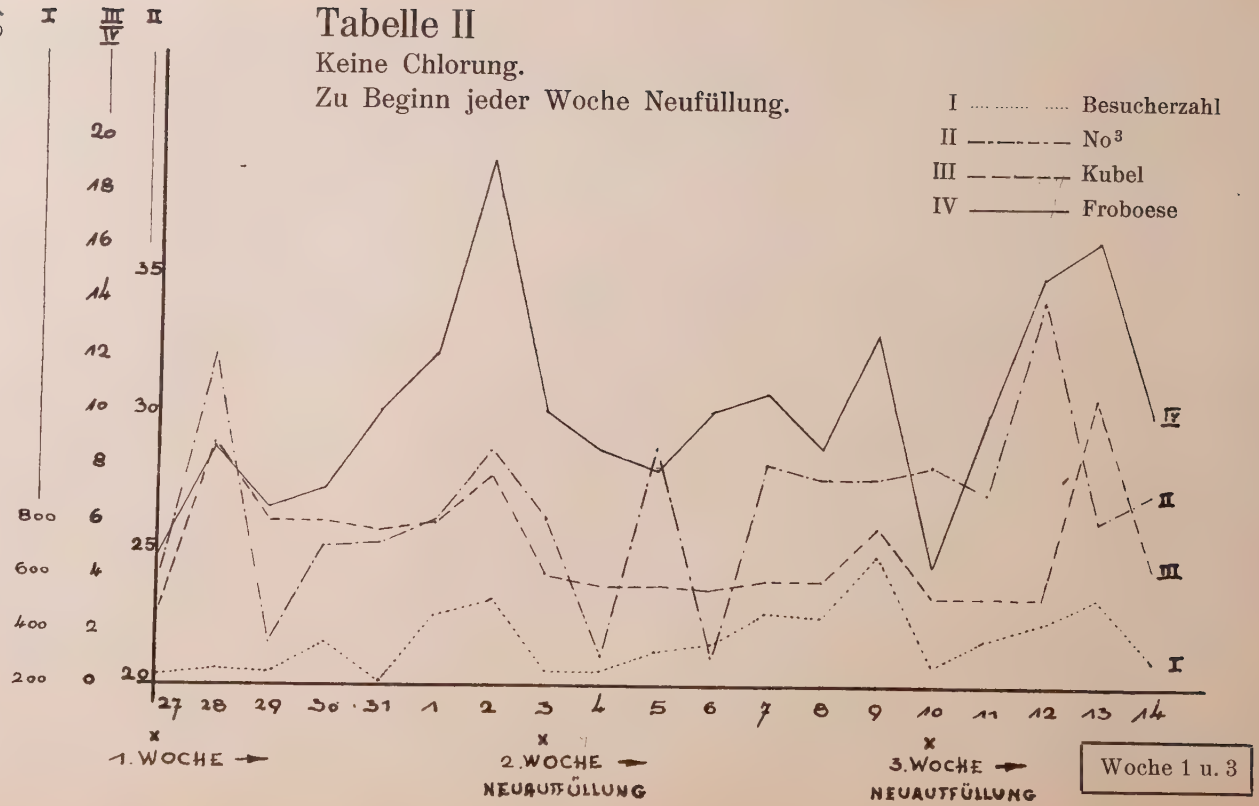
des Wassers durch Produkte tierischer Herkunft, die besonders einen Anstieg der Chlorzahl bedingen müßten, oder infolge einer stärkeren Verunreinigung durch Schweiß, Haare, Wollfasern, was also besonders einen Anstieg des Permanganatverbrauches erwarten ließe. Auch die Nitrate wiesen während jeder Untersuchungsreihe einen mehr oder weniger deutlichen Anstieg zum Ende der Woche hin auf, wenn auch die Kurve großen Schwankungen unterworfen war, wie auch Ilzhöfer (1) und Beck (3) beobachteten. Nitrite und Ammoniak waren während der drei Wochen nicht nachzuweisen. Die Bestimmung der Chloride ergab in Uebereinstimmung mit den Ergebnissen von Ilzhöfer und Mahla keine nennenswerten Schwankungen.

Vor Beginn der folgenden Untersuchungsreihen erhielt das Bad eine moderne Chlor-Kupferungsanlage der Bamag-Mecum-Gesellschaft, bei welcher das Kupfer als Kupfersulfat dem bereits gechlorten Wasser zugesetzt wird.

Es wurde so vorgegangen, daß während der ersten Woche n u r gechlort wurde, und zwar wurde der Chlorzusatz während der ganzen Woche auf gleicher Höhe — 0,226 g pro cbm — gehalten; dadurch wurde im Becken ein geringer Ueberschuß — 0,075 mg pro l — an freiem Chlor erzielt, der bei höheren Besuchszahlen auf 0,025 mg pro l herunterging. Die Messungen des freien Chlors wurden direkt an der Eintrittsstelle des gechlorten Wassers und am Ende des großen Beckens vorgenommen, der Mittelwert der beiden Untersuchungen ist angegeben. Die Chlorung wirkte sich auf die Untersuchungsergebnisse wie folgt aus: Die niedrigste Keimzahl (Tab. III) betrug 800 Keime bei einem Gehalt an freiem Chlor von 0,075 mg pro l, die höchste 27 900 bei 0,025 mg pro l freiem Chlor und der höchsten Besucherzahl der Woche. Der Wochendurchschnitt liegt bei etwa 17 000 Keimen; dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß das Wasser bereits in der zweiten Woche im Becken stand und der Gehalt des Wassers an freiem Chlor verhältnismäßig gering war. Der Colititer schwankte zwischen 10 ccm und

Tabelle II

Keine Chlorung.
Zu Beginn jeder Woche Neufüllung.



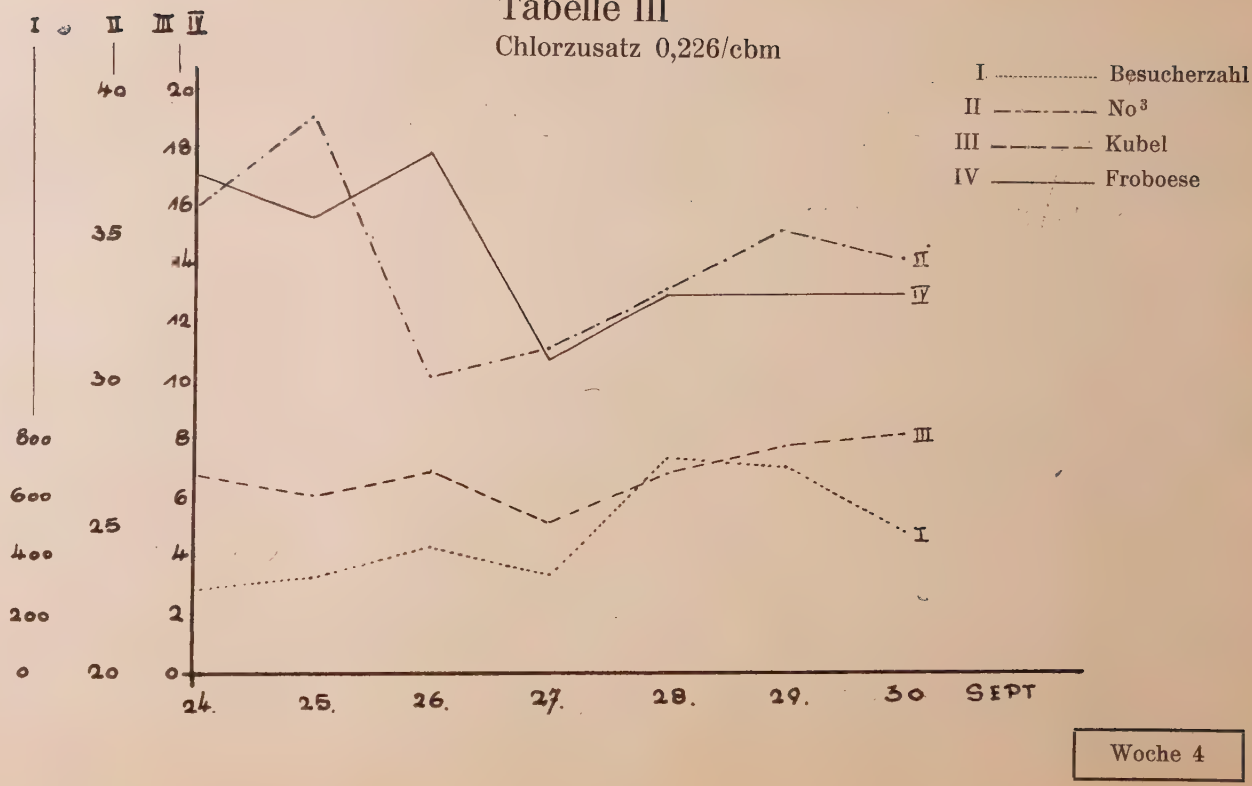
Woche 1 u. 3

1 ccm, also ein bei den genannten Bedingungen schon ganz brauchbares Resultat, bei dem nur die Keimzahl zu beanstanden wäre. Der Permanganatverbrauch zeigt keine großen Veränderungen gegenüber den bisherigen Ergebnissen, die Werte sind lediglich in ihrer Gesamtheit höher; die Chlorzahl liegt wieder bedeutend höher als die Permanganatzahl und zeigt auch größere Schwankungen, deckt sich jedoch fast immer in ihrem Verlauf mit der Permanganatkurve. Eine Aenderung des Ergebnisses gegenüber der früheren Untersuchung bringt der Nachweis der Nitrate. Während bei den bisherigen Untersuchungen die Nitratkurve stets unterhalb der Chlorzahl blieb, von zwei Ausnahmen abgesehen, zeigt sie jetzt genau das Gegenteil: Die Werte sind in ihrer Gesamtheit stark erhöht; dem bisherigen Höchstwert von 34 mg steht jetzt der niedrigste Wert von 30 mg gegenüber, der Durchschnittswert ist genau gleich dem bisherigen Höchstwert von 34 mg. Ammoniak und Nitrate waren nicht nachzuweisen. In der Zeit, während die nächste Versuchsreihe (Tab. IV, Woche 5—7) durchgeführt wurde, wurde der Chlorzusatz erhöht, und zwar von 0,226 g pro cbm auf 0,266 g pro cbm. Bei dieser Einstellung erhöhte sich der Gehalt an freiem Chlor im Becken auf 0,1 mg pro l, und fiel bei steigender Besucherzahl auf 0,05 mg pro l wieder ab; bei diesem Gehalt an freiem Chlor stieg die Keimzahl nicht über 13 600 Keime bei einem Gehalt an freiem Chlor von 0,05 mg pro l und der höchsten Besucherzahl von 600 Personen. Der bisher beobachtete Anstieg der Keimzahl bei Neufüllung des Beckens trat auch diesmal wieder auf, aber einen Tag später, also Dienstags, und auch nicht in der bisherigen Höhe; der Durchschnitt der Keimzahl fiel bis auf etwa 5000 Keime. An der Verschmutzung durch Coli hat sich nicht viel geändert, mit wenigen Ausnahmen war die Untersuchung für 10 ccm positiv.

Während bisher der Chloridgehalt keinen Anstieg zeigte, ist während dieser Untersuchungsreihe ein Anstieg von 2 mg zu verzeichnen, nämlich von 46 auf 48 mg, was jedoch durch die zugeführte Chlormenge ohne weiteres zu erklären, jeden-

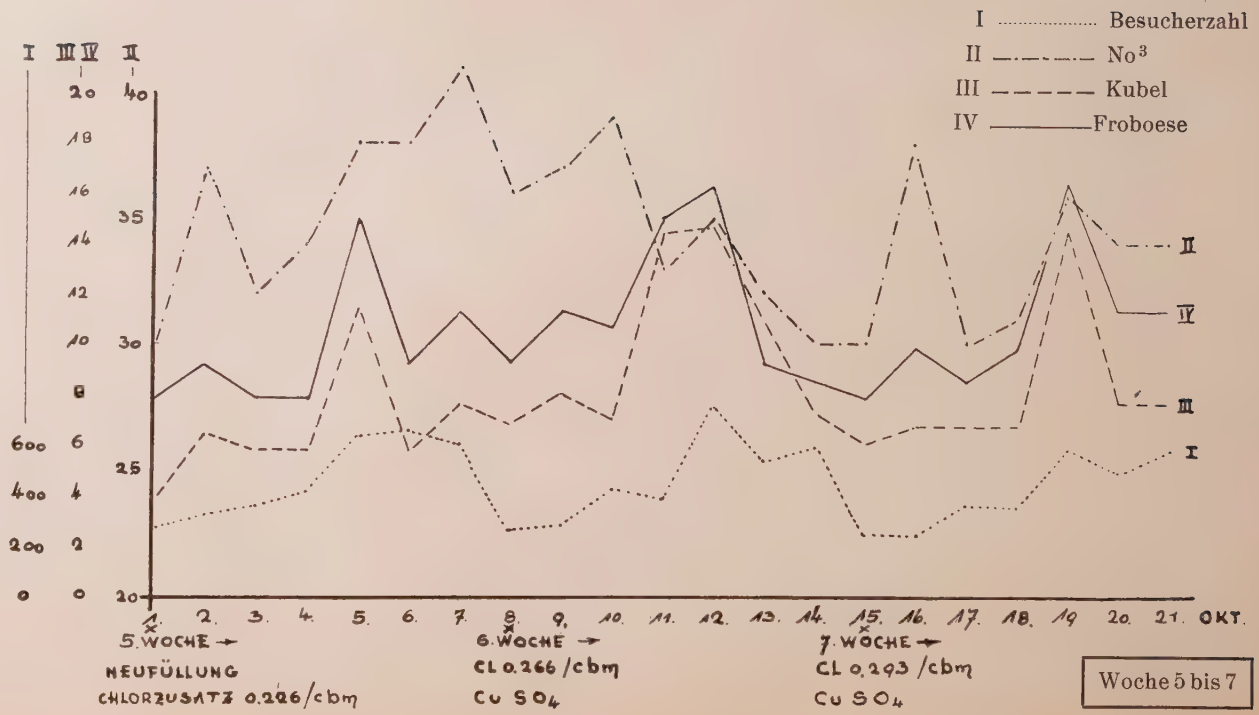
Tabelle III

Chlorzusatz 0,226/cbm



falls kaum anders zu bewerten ist, da diese geringen Schwankungen durch Versuchsfehler bedingt sein können. Der Permanganatverbrauch zeigt wieder gegen Ende der Woche den gewohnten Anstieg von 3,8 auf 7,6 mg Kaliumpermanganat. Auffallend wird das Verhalten der Chlorzahl: die Werte sind nämlich wesentlich niedriger als bisher; da indessen der Permanganatverbrauch auf seiner bisherigen Höhe bleibt, ist der Unterschied zwischen den beiden Kurven wesentlich geringer geworden; während der bisherige Unterschied der beiden Kurven etwa 5 mg betrug, ist während dieser Woche diese Differenz auf 2,4 mg herabgesetzt, während der nächsten (6.) Woche sogar auf 2,1 mg, ein Zeichen dafür, daß, wie auch der erhöhte Nitratgehalt zeigt, durch den Chlorungsprozeß eine weitgehendere Mineralisation der organischen stickstoffhaltigen Substanzen, die besonders durch die Chlorzahl erfaßt werden, erzielt wird (Beck 3). Bemerkenswert ist ferner, daß der Verlauf der Chlorzahl in bisher nicht gewohntem Maße dem der Permanganatkurve fast vollkommen entspricht. Eine weitere Erhöhung der Werte zeigt die Nitratkurve, sie bleibt jetzt dauernd über der Chlorzahl, und zwar in ziemlich erheblichem Maße; der Mittelwert ist von 34 auf 35,5 mg gestiegen. Außerdem zeigt die Kurve gegen Ende der Woche hin deutlich steigende Tendenz: dem Wert von 30 mg am Sonntag steht der Wert am Samstag von über 41 mg gegenüber, der wohl durch die hohe Besucherzahl der drei letzten Wochentage, an denen die Anstalt stark von Jugendlichen besucht war (Schulanfang), erklärt werden kann. Die Untersuchung auf Ammoniak und Nitrite hatte auch diesmal wieder keinen positiven Befund. Während der nächsten Untersuchungsreihe (Tab. IV, Woche 6) wurde der Chlorzusatz auf derselben Höhe wie bisher gehalten, außerdem jedoch wurde die Kupferungsanlage in Betrieb genommen, und zwar wurden auf je 70 l 600 g Kupfersulfat zugesetzt. Dadurch stieg der Gehalt an freiem Chlor etwas an, der niedrigste Wert betrug 0,075 mg pro l, der höchste 0,15 mg pro l. Infolgedessen sank die Keimzahl beträchtlich, der Höchstwert betrug 13 500

Tabelle IV


I ..... Besucherzahl
II —·—·— No³
III – – – – Kubel
IV ——— Froboese
I III IV II
600 400 200 0
20 18 16 14 12 10 8 6 4 2 0
40 35 30 25 20
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19 20. 21. OKT.
II
IV
III
I
5. WOCHE →
NEUFÜLLUNG
CHLORZUSATZ 0.226/cbm
6. WOCHE →
CL 0.266 /cbm
Cu SO4
7. WOCHE →
CL 0.293 /cbm
Cu SO4
Woche 5 bis 7

Keime bei einem Gehalt an freiem Chlor von 0,75 mg pro l und einem Colititer von 10 ccm; die niedrigste Keimzahl betrug 450 Keime bei einem Gehalt an freiem Chlor von 0,1 mg pro l und einem Colititer von 10 ccm. Der Mittelwert der Keimzahl sank von 5000 auf 3000; der Colititer zeigte im Gegensatz zur Vorwoche fast unveränderte Werte. Dabei ist wieder zu berücksichtigen, daß das Wasser sich bereits in der zweiten Woche im Becken befand und nicht erneuert worden war. Der chemische Untersuchungsbefund bringt während dieser Untersuchungsperiode keine weiteren Veränderungen; charakteristisch für die beiden Kurven der oxydierbaren Substanz ist wieder der Anstieg zum Donnerstag, der auch die bisher höchste Besucherzahl von 753 Personen zeigt, der zum Samstag hin starke Abfall entsprechend der Besucherzahl, sowie der gute Gleichlauf der beiden Kurven. Der Nitratgehalt zeigt denselben Verlauf wie bei der letzten Versuchsreihe. Der Nachweis von Nitriten und Ammoniak war wieder negativ; die Chloride dagegen zeigten einen weiteren Anstieg von 48 mg auf 50 mg.

In der letzten Untersuchungsreihe (Tab. IV, Woche 7), bei der die Chlorzufuhr auf 0,293 g pro cbm eingestellt blieb und außerdem wiederum die gleiche Menge Kupfersulfat zugesetzt wurde, ergab sich ein zufriedenstellendes Resultat, das fast den strengen Anforderungen Ditthorns (5) entspricht. Bacterium Coli war in keinem Fall in 50 ccm nachweisbar; die höchste Keimzahl betrug am Samstag 1150 bei einem freien Chlorgehalt von 0,15 mg, einem Colititer von 100 ccm positiv und der hohen Besucherzahl von 570 Personen. Der Durchschnitt betrug jedoch nur 400 Keime, also ein erheblicher Fortschritt gegenüber den bisherigen Untersuchungen; dabei wurde der freie Chlorgehalt von 0,15 mg pro l nie überschritten, ein Wert, der noch unter der untersten Grenze der Ditthorn'schen Forderung bleibt. Ein Chlorgeruch ist bei dieser Dosierung niemals bemerkt worden. In der Praxis wird man diese Dosierung aber kaum anzuwenden brauchen, da man in Betracht ziehen muß, daß das Wasser in dieser

Untersuchungsreihe bereits in der dritten Woche im Becken war, während man doch sonst das Wasser aus ästhetischen Gründen kaum länger als zwei Wochen im Becken lassen wird. Der chemische Untersuchungsbefund zeigt wieder das gleiche; er ist charakterisiert durch den Anstieg von Chlorzahl und Permanganatverbrauch zu Donnerstag, sowie durch den Gleichlauf der beiden Kurven der organischen Substanz.

Zusammenfassend wurde also festgestellt:

1. Eine Ueberlegenheit der Chlor-Kupferung gegenüber der alleinigen Chlorung sowie der einfachen Sandfilterung.
2. Ein Chlorüberschuß von 0,15 mg pro l in der Mitte des Beckens ist unter den bei dem städtischen Bad an der Münsterstraße vorliegenden Verhältnissen als genügend zu bezeichnen.
3. Die Chlorzahl wird durch die Chlorung wesentlich herabgesetzt.
4. Die Nitrate steigen infolge der Mineralisation der stickstoffhaltigen Bestandteile an.
5. Bei laufenden Untersuchungen von Schwimmbadewasser ist die Feststellung der Chlorzahl nach Froboese und des Permanganatverbrauchs nach Kubel-Tiemann sowie die Feststellung des Colititers und der Keimzahl ausreichend.

Methoden.

Kubel-Tiemann:
Nach Angabe von Kaess (12) wurde 30 Minuten im Wasserbad erhitzt.

Chlorzahl nach Elmanowitsch und Zaleski, Modifikation nach Froboese:
Nach Angabe von Kaess (12) wurde 30 Minuten im Wasserbad erhitzt.

Nachweis der Nitrate:
5 ccm des zu untersuchenden Wassers verdünnen mit 5 ccm destillierten Wassers; versetzen mit 10 ccm konzentrierter Schwefelsäure nach vorheriger Zugabe einer Messerspitze Brucin; mit 50 ccm destillierten Wassers verdünnen; kolorimetrieren mit einer Vergleichslösung: 10 ccm einer Vergleichslösung, die 25 mg Nitrat in 1000 ccm enthält, versetzen mit 20 ccm konzentrierter Schwefelsäure, einer Messerspitze Brucin, und verdünnen auf 100 ccm. Diese Bestimmung wurde jedesmal dreimal gemacht, der Mittelwert ist angegeben.

Nachweis der Nitrite:
Methode nach Gries.

Nachweis des Ammoniaks:
Methode nach Nessler.

Nachweis der Chloride:
Methode nach Mohr.
Die Bestimmung wurde jedesmal viermal gemacht, der Mittelwert der vier Untersuchungen ist angegeben.

Zur chemischen Untersuchung wurde das Wasser an den vier Ecken des Beckens entnommen, einen Meter vom Rande des Beckens entfernt, und in einer Flasche gemischt.

Bestimmung der Keimzahl:

Das Wasser wurde zur bakteriologischen Untersuchung mittels eines sterilen Zylinders an den vier Ecken des Beckens, einen Meter vom Rand des Beckens entfernt, entnommen, und in einer sterilen Flasche gemischt. Eine halbe Stunde nach der Entnahme wurden die Untersuchungen angesetzt.

Es wurde je 1 ccm Wasser einem Agar-Agar-Nährboden und einem Gelatine-Nährboden zugegeben und 48 Stunden bei 20 Grad bebrütet; nach 48 Stunden wurden die gewachsenen Kolonien gezählt.

Angegeben ist die Zahl der Kolonien, die nach 48 Stunden auf Gelatine gewachsen waren.

Nachweis von Bakterium Coli:

In den Gärröhrchen von Eijkman wurden 100, 50, 10, 1 und 0,1 ccm Wasser 24 Stunden im Brutraum bebrütet; die Kulturen wurden auf Endo-Platten ausgestrichen und zur Identifizierung von Bakterium Coli ein „bunte Reihe“ angelegt.

Literatur.

1. Austen C. W.: Ueber den Nachweis fäkaler Verunreinigungen im Wasser. Ges. Ing. 1925, 623.
2. Barth E.: Chlorbindungsvermögen und Permanganatverbrauch. Arch. f. Hyg. 1926, 104, 318.
3. Beck A.: Erfahrungen bei der hygienischen Ueberwachung eines mit einer Chlor-Kupfer-Anlage ausgestatteten Hallenbades. Arch. f. Hyg. 1933, 109, 109.
4. Bürger B.: Ueber Filterung, Chlorung und Wiederverwendung des Wassers von Hallenschwimmbädern nebst Bericht über Untersuchungen im Hallenschwimmbad in Neukölln. Ges. Ing. 1926, 58.
5. Ditthorn F.: Fünf Jahre hygienische Kontrolle bei Groß-Berliner Badeanstalten. Ges. Ing. 1931, 541.
6. Egger F.: Erfahrungen bei der chemischen Ueberwachung einer mit Chlorgas arbeitenden Wasserentkeimungsanlage. Ges. Ing. 1925, 363.
7. Froboese V.: Ueber das Chlorbindungsvermögen von Wasser und Abwasser. Arb. R. G. A. 1920, 52, 211.
8. Habs H.: Lufthygienische Anforderungen an den Bau von Hallenschwimmbädern. Arch. f. Hyg. 1930, 104, 358.
9. Haupt H. und Steffens W.: Die aktive Kohle in der Wasserreinigung. Zentr. f. Hyg. 29, 1933, 572.
10. Hilland W.: Reinigung von Badewasser mit Chlor. Ges. Ing. 1928, 510.
11. Ilzhöfer N.: Die Untersuchung der Hallenschwimmbäder. Ges. Ing. 1928, 513.
12. Kaess: A.: Die Methodik der oxydablen Substanz im Wasser, Methodik und Beurteilung. Arch. f. Hyg. 1932, 107, 42.

13. Keiser K.: Vergleichende Untersuchungen über den Kaliumpermanganatverbrauch und Chlorzahl an künstlich verunreinigtem Wasser, Elbwasser und Leitungswasser. Gas- und Wasserfach 1926, 40, 69.

14. Mahla C. A.: Die Verunreinigung von Schwimmbadewasser durch Urin. Arch. f. Hyg. 1933, 110, 231.

15. Moffet J. F.: Wasserreinigungsanlagen für Schwimmbäder. Ges. Ing. 1928, 445.

16. Olszewski Wo.: Das neue Chlor-Silberungs-Entkeimungs-Verfahren in Verbindung mit dem Chlor-Kupferungsverfahren. Ges. Ing. 1930, 304.

17. Olszewski Wo.: Chlor-Silberung des Schwimmbeckenwassers in Verbindung mit Chlorkupferung. Ges. Ing. 1930, 728.

18. Spitta O.: Grenzen der hygienischen Anforderungen in der öffentlichen Gesundheitspflege. Ges. Ing. 1932, 211.

19. Schaafsma Ir. N. D. R.: Die Reinigung von Wasser mittels aktiver Kohle. Ges. Ing. 1933, 101.

20. Dr. Schmidt und Mühlenbach: Beitrag zur Frage des Chlorbindungsvermögens. Ges. Ing. 1931, 7.

21. Weichardt Wo. und Ulsauer O.: Einige Gesichtspunkte über den Betrieb von Hallenschwimmbädern. Ges. Ing. 1925, 283.

22. Weichardt Wo. und Ulsauer O.: Weitere Gesichtspunkte für den Betrieb von Hallenschwimmbädern. Ges. Ing. 1926, 485.

23. Wette H.: Ueber den Nachweis der Bestimmung des Harnstoffs. Arch. f. Hyg. 1929, 101, 222.

24. Wette H.: Chlorzahl und Chlorbedarf des Wassers. Arch. f. Hyg. 1928, 99, 143.

Lebenslauf.

Am 3. März 1911 wurde ich, Willi Dückers, zu Aachen als Sohn des Kaufmanns und Hoteliers Wilhelm Dückers und seiner Ehefrau Josephine, geb. Beckers, geboren.

Dort besuchte ich von 1917 an Vorschule und anschließend Sexta bis Oberprima das Kaiser-Wilhelms-Gymnasium, wo ich Ostern 1929 meine Reifeprüfung bestand.

Die ersten sechs Semester meiner Studienzeit verbrachte ich in Bonn und bestand auch dort am Ende des Wintersemesters 1931/32 das medizinische Vorexamen. Während der beiden ersten klinischen Semester besuchte ich die Universität in München; die weiteren Semester studierte ich in Düsseldorf, wo ich Ende dieses Jahres das Staatsexamen ablegen werde.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Manteufel für die Ueberlassung der Arbeit, sowie Herrn Dr. Kaess für die stets gerne geleistete Hilfe meinen verbindlichen Dank auszusprechen.